

(5)

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

(11)

Offenlegungsschrift 24 44 737

(21)

Aktenzeichen: P 24 44 737.8

(22)

Anmeldetag: 19. 9. 74

(43)

Offenlegungstag: 8. 4. 76

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

(54)

Bezeichnung:

Leichtbauelement und Verfahren zu dessen Herstellung

(71)

Anmelder:

Schmidt, Horst, 2102 Hamburg

(72)

Erfinder:

gleich Anmelder

Leichtbauelement und Verfahren zu dessen Herstellung

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Leichtbauelement, das aus mindestens zwei, in bestimmtem Abstand von einander befindlichen, ebenen oder gekrümmten Deckplatten und zwischen deren inneren Grenzflächen angeordneten, vorzugsweise adhäsiv mit den Grenzflächen verbundenen Stützkörpern zusammengesetzt ist, wobei der Raum zwischen den Grenzflächen zum vorzugsweise überwiegenden Teil aus Hohlräumen besteht.

Das wichtigste Merkmal eines Leichtbauelements ist ein möglichst geringer Materialeinsatz bei einem angestrebten Höchstmaß an Festigkeit.

Diese Forderung gilt besonders bei Konstruktionselementen für Flug- und Schwimmkörper sowie für Fahrzeuge. In der Regel werden dabei optimale Werte für alle Festigkeitsarten verlangt. So kann beispielsweise eine hohe Druckfestigkeit senkrecht zur Plattenebene auf Kosten der Schiebestrännungsfestigkeit in den meisten Fällen nicht befriedigen.

609815/0514

Das klassische Beispiel eines Leichtbauelements ist die sogenannte Sandwich-Platte, bei der beispielsweise ein spezifisch leichter, mehr oder weniger massiver Körper zwischen zwei Deckplatten höherer Festigkeit angeordnet und mit diesen verbunden ist.

Weitere bekannte Arten von Leichtbauelementen sind solche, bei denen gitter- oder wabenartige Gebilde als Stützkörper zwischen zwei oder mehreren Grenzflächen (Deckplatten) angeordnet sind, wobei das System infolge der entstehenden Hohlräume ein günstiges Verhältnis von Fläche zu Materialeinsatz aufweist. Die stützenden Gitter oder Waben sind beispielsweise sechseckig oder quadratisch vermascht, auch zickzackförmige und kreisrunde Anordnungen kommen vor.

Kennzeichnend für diese Art von Leichtbauelementen ist es, daß der Abstand der Grenzflächen durch die Gitterhöhe gegeben ist. Die vom Gitter gebildeten Stützkörper sind in der Regel mit den Grenzflächen verklebt. Derartige Systeme können gute Druckfestigkeitswerte erreichen, die jedoch innerhalb einer gegebenen Fläche stark schwanken. Dieser Nachteil tritt besonders bei großmaschigen Gitteranordnungen in Erscheinung, da natürlich die Druckfestigkeit zur Maschenmitte hin steil abfällt. Wegen des konstanten Stützkörperquerschnitts sind hohe Schiebespannungs- und Biegefestigkeitswerte nicht erreichbar. Die verhältnismäßig geringen Stützkörperquerschnitte lassen nur schmale Klebefugen von begrenzter Festigkeit zu.

Ein entscheidender Nachteil der mit einer solchen Art von Stützkörpern versehenen Leichtbauelemente ist jedoch die Tatsache, daß deren Anwendung in der Regel auf ebene Platten beschränkt ist, während diese Technik bei gekrümmten Flächen versagt.

609815/0514

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die genannten Nachteile weitgehend zu überwinden und ein Leichtbauelement zu schaffen, das einem in der Natur vorkommenden System nahekommt. Gemeint ist der innere Aufbau der Röhrenknochen gewisser Tierarten, insbesondere von Vögeln, deren zellenartige Stützkörperstruktur geradezu ideale Festigkeitseigenschaften bietet. Das erfindungsgemäße Leichtbauelement ist ohne Einschränkung auch für gekrümmte Flächen ausführbar.

Ausgangspunkt für die Lösung der Erfindungsaufgabe ist die Tatsache, daß die Festigkeit des Systems um so besser ist, je weniger scharf der Übergang von der Grenzfläche zum Stützkörper ausgeprägt ist. Ein dem Idealfall nahekommender Stützkörper müßte folglich von Flächen begrenzt sein, die in jeder zu seinen Basisflächen senkrechten Schnittebene kreisähnlich gekrümmte Kurven bilden.

Hauptmerkmal des erfindungsgemäßen Leichtbauelements sind Stützkörper, die als Restkörper des in einer Ebene mit Kugeln, Sphäroiden oder ähnlichen geometrischen Gebilden angefüllten Raumes mit der Höhe $H = D$ entstehen, wobei D den Durchmesser der Kugeln oder Sphäroiden angibt. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß der Raum zwischen den die Grenzflächen bildenden Deckplatten zunächst mit vorzugsweise hohlen Kugeln oder kugelähnlichen Körpern ausgefüllt wird, deren Durchmesser etwa dem gegebenen Abstand entspricht. Diese können im einfachsten Fall beispielsweise aus Glas oder Kunststoff bestehen. Die dabei entstehenden Hohlräume zwischen diesen Füllkörpern sind Restkörper in Form von sphärisch begrenzten Doppelpyramiden. Bei optimaler Packungsdichte bilden die Mittelpunkte der kugelähnlichen Füllkörper gleichseitige Dreiecke. Die Restkörper haben daher in jeder waagerechten Schnittebene Querschnitte, die sphärischen Dreiecken entsprechen, während senkrechte Schnittebenen kreisähnliche Grenzkurven ergeben.

609815/0514

Werden nun die verbleibenden Restkörper-Hohlräume mit einem aushärtenden Gießharz, beispielsweise einem solchen auf Epoxy- oder Phenolbasis, ausgefüllt, so entstehen auf diese Weise Stützkörper, die günstige Werte für alle Festigkeitsarten aufweisen. Die in einander übergehenden Basen der Doppelpyramiden bilden Kontaktflächen, die mit den Grenzflächen der Deckplatten praktisch identisch sind. Um die Adhäsion des Gießharzes voll auszunutzen, werden die Grenzflächen geeigneterweise nach den Vorschriften für das jeweilige Gießharz vorbehandelt.

Im Rahmen der Erfindung ist es grundsätzlich möglich, die hohlraumbildenden Kugel- oder Sphäroidkörper auch in mehreren Ebenen innerhalb des Raumes zwischen den Grenzflächen anzuordnen, wobei die Höhe H ein Mehrfaches des Kugel- oder Sphäroiddurchmessers beträgt. Das auf diese Weise entstehende, räumlich vermaschte, zellenartige Stützkörpergebilde ist besonders für Leichtbauelemente mit verhältnismäßig großem Deckplattenabstand geeignet.

Ein besonders zweckmäßiges und für Serienproduktion geeignetes Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Leichtbauelements besteht darin, daß die kugel- oder sphäroidförmigen Hohlkörper, die den Raum zwischen den Grenzflächen bis auf die verbleibenden Restkörper ausfüllen, durch eine doppelwandige Kunststofffolie ersetzt werden, die eine Vielzahl von Luftblasen mit angenäherter Kugelform aufweist. Ähnliche mattenartige Folien sind als stoßdämpfendes Verpackungsmaterial in Gebrauch und in der Patentliteratur beschrieben worden.

Damit sich derartige Folienmatten für die erfindungsgemäße Anwendung eignen, sind zwei Abwandlungen von der bisherigen, für Verpackungszwecke vorgesehenen Ausführungsform erforderlich:

Erstens muß die Berührungsebene (Schweißfläche) der beiden Folien die annähernd kugelförmigen Luftblasen in deren Großkreis schneiden (Bild 3).

609815/0514

Zweitens müssen die verbleibenden Flächen zwischen den Luftblasen bis auf geringe Reste ausgestanzt werden, wodurch die Folienmatte ein netzartiges Aussehen erhält (Bild 4 und 5). Ohne diese Ausstanzungen würde die Ausbildung von Stützkörpern durch Ausfüllen der verbleibenden Restkörper zwischen den Grenzflächen mit Gießharz verhindert, da die in den Zwischenräumen vorhandene Folie das eindringende Gießharz in zwei Schichten teilen und diese von einander isolieren würde.

Da bei der Verwendung eines solchen Foliennetzes die Anordnung der als Füll- oder Verdrängungskörper wirkenden Luftblasen im voraus bestimmt werden kann, ist die Packungsdichte und somit die Verteilung der Stützkörper innerhalb gewisser Grenzen wählbar. Beispielsweise können die Mittelpunkte der Luftblasen Quadrate anstelle von Dreiecken bilden.

Das erfindungsgemäße Leichtbauelement und das Verfahren zu seiner Herstellung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels und der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Bild 1 zeigt in perspektivischer Ansicht einen idealen Stützkörper, angeordnet zwischen zwei Grenzflächen. Die Ausbildung eines solchen idealen Stützkörpers kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht verwirklicht werden. Seine Darstellung soll lediglich die Zielrichtung der Erfindungsaufgabe veranschaulichen.

Bild 2 zeigt in Perspektive einen modifizierten Stützkörper, angeordnet zwischen zwei Grenzflächen. In dieser Form ist der Stützkörper mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ausführbar.

Bild 3 ist eine Seitenansicht des mit kugelähnlichen Luftblasen versehenen Foliennetzes.

Bild 4 ist die Draufsicht auf ein Folienetz, bei dem die Mittelpunkte der kugelähnlichen Luftblasen gleichseitige Dreiecke bilden.

609815 / 0514

Bild 5 ist die Draufsicht auf ein Foliennetz mit quadratisch angeordneten Mittelpunkten der kugelähnlichen Luftblasen.

Bild 6 zeigt in perspektivischer Darstellung einen Schnitt durch das erfindungsgemäße Leichtbauelement, bei dem die aus Restkörpern zwischen kugelähnlichen Füll- oder Verdrängungskörpern entstandenen Stützkörper in Form von sphärisch begrenzten Doppelpyramiden mit Hilfe des beschriebenen Foliennetzes gebildet wurden.

Zwischen den Deckplatten 1, 2 und den zugehörigen Grenzflächen 1.1, 2.1 ist das Foliennetz 3 angeordnet. Dieses besteht aus den Folien 4 und 5, die mit einander verschweißt sind und in regelmäßiger oder unregelmäßiger Anordnung die kugelähnlichen Luftblasen 6 aufweisen. Die Restflächen 7, 8 zwischen den Luftblasen 6 sind ausgestanzt. Dort entsteht bei den sich bildenden Stützkörpern 9 die Ebene der stärksten Einschnürung 10 und somit des geringsten Querschnittes. Lediglich die kurzen Strecken 11 zwischen den Luftblasen 6 bilden den Zusammenhang der netzartigen Folienmatte. Die aus der eingefüllten Gießmasse als Restkörper entstehenden Stützkörper 9 sind durch ihre Basisflächen 1.2, 2.2 mit den Grenzflächen 1.1, 2.1 adhäsiv verbunden. An den Punkten 11 verhindern die verbleibenden Folienreste das Zusammenfließen der Gießmasse, was jedoch auf die Festigkeit des Systems ohne Einfluß ist. Zufolge der Schweißnähte zwischen den beiden Folienhälften entsteht am Großkreis der Luftblasen eine zusätzliche Einschnürung der Stützkörper von einigen Zehntel mm, die ebenfalls keine Bedeutung hinsichtlich der Festigkeitswerte hat.

Da die netzartige Folienmatte eine nahezu unbegrenzte Schmiegsamkeit besitzt, ist die Ausführung des erfindungsgemäßen Leichtbauelements keineswegs auf ebene Platten beschränkt, sondern in gleicher Weise für regelmäßig oder unregelmäßig gekrümmte Flächen anwendbar, wie diese beispielsweise beim Bau von Flug- oder Schwimmkörpern häufig vorkommen.

609815/0514

In bestimmten Fällen, in denen maximale Festigkeitswerte nicht gefordert werden, kann es vorteilhaft sein, die erfindungsgemäß zur Bildung der Stützkörper verwendete Gießmasse zu schäumen, wodurch ein geringerer Materialeinsatz und damit eine Gewichtersparnis erzielt wird.

Ein weiteres Einsatzgebiet des erfindungsgemäßen Bauelements, bei dem die Festigkeitseigenschaften gegebenenfalls von völlig untergeordneter Bedeutung sein können, ist die Dämpfung akustischer Schwingungen.

Hierbei wird als stützkörperbildender Werkstoff vorzugsweise ein solcher mit möglichst niedrigem Elastizitätsmodul und hoher Eigendämpfung, zum Beispiel geschäumte Gießmassen auf Silikonkautschuk- oder Gummibasis, verwendet. Die von annähernd sphärischen Flächen begrenzten Hohlräume bewirken einen hohen Dämpfungsgrad zwischen der dem Schallerzeuger zugewendeten und der gegenüberliegenden Grenzfläche, da das Reflexionsverhalten des Systems in Verbindung mit einem niedrigem Elastizitätsmodul der Stützkörper das Totlaufen der Schwingung begünstigt.

Die Wahl des Werkstoffs für die Deckplatten 1, 2 ist in allen Einsatzfällen ausschließlich an den Verwendungszweck des Leichtbauelements gebunden. Sie können sowohl aus Metall, zum Beispiel Aluminiumblech, wie auch aus Kunststoff, zum Beispiel glasfaserverstärktem Polyesterharz, bestehen.

Im Rahmen der Erfindung ist es außerdem möglich, das Leichtbauelement ohne Deckplatten auszuführen. In diesem Fall dienen die Deckplatten 1, 2 lediglich als Gießform und werden nach dem Einbringen und Erstarren der stützkörperbildenden Masse entfernt, wobei gegebenenfalls die vorangehende Behandlung der Grenzflächen 1.1, 1.2 mit einem Silikontrennmittel erforderlich ist. In dieser Form ist das Bauelement besonders als schwingungsdämpfende Füllplatte geeignet.

Patentansprüche

1. Leichtbauelement, das aus mindestens zwei, in bestimmtem Abstand von einander befindlichen, ebenen oder gekrümmten Deckplatten und zwischen deren inneren Grenzflächen angeordneten, vorzugsweise adhäsiv mit den Grenzflächen verbundenen Stützkörpern zusammengesetzt ist, wobei der Raum zwischen den Grenzflächen zum vorzugsweise überwiegenden Teil aus Hohlräumen besteht,
dadurch gekennzeichnet, daß die Stützkörper (9) in Form von sphärisch begrenzten Doppelpyramiden durch das Ausfüllen der Restkörper des mit Kugeln, Sphäroiden oder ähnlichen geometrischen Körpern angefüllten Raumes zwischen den Grenzflächen (1.1, 2.1) mit einer Gießmasse gebildet werden.
2. Leichtbauelement gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hohlraumbildenden Füllkörper (6) annähernd Kugelgestalt haben.
3. Leichtbauelement gemäß Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die hohlraumbildenden Füllkörper (6) von annähernd kugelförmigen Luftblasen gebildet werden, die in regelmäßiger oder unregelmäßiger Anordnung zwischen zwei Kunststofffolien (4, 5) eingeschlossen sind.
4. Leichtbauelement gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststofffolien (4, 5) Ausstanzungen (7, 8) zwischen den Luftblasen (6) aufweisen.

609815 / 0514

5. Leichtbauelement gemäß Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als hohlraumbildende Füllkörper (6) dünnwandige Kugeln aus Glas oder Kunststoff verwendet werden.
6. Leichtbauelement gemäß Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die stützkörperbildende Gießmasse zur Erzielung einer schwingungsdämpfenden Wirkung aus einem Stoff mit niedrigem Elastizitätsmodul und hoher Eigendämpfung besteht.
7. Leichtbauelement gemäß Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die stützkörperbildende Gießmasse geschäumt ist.
8. Leichtbauelement gemäß Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzflächen (1.1, 2.1) der Deckplatten (1, 2) nur als Gießform dienen und nach dem Erstarren der Stützkörper entfernt werden.

609815 / 0514

-11-

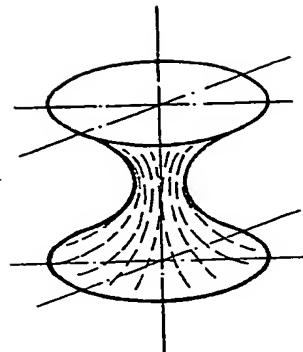


BILD 1

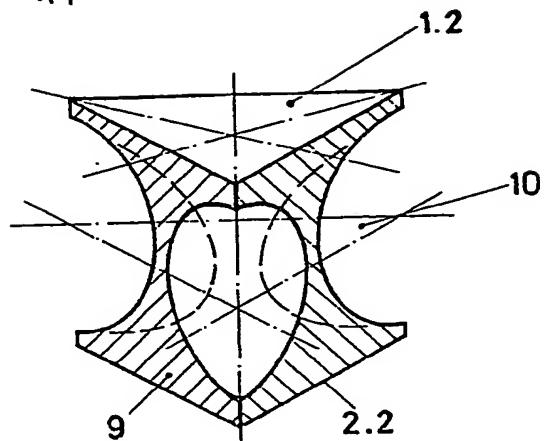


BILD 2

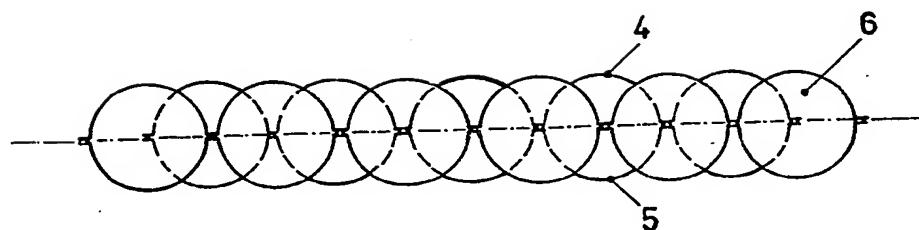


BILD 3

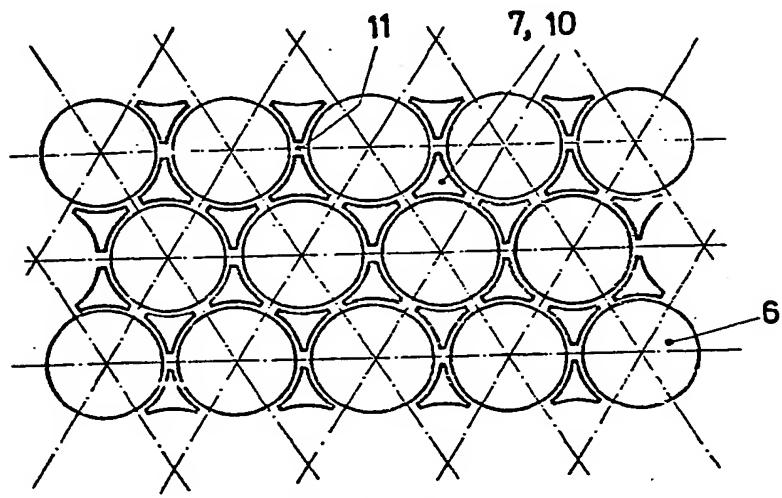


BILD 4

B32B 3-20 AT: 19.09.1974 OT: 08.04.1976 rh

609815/0514

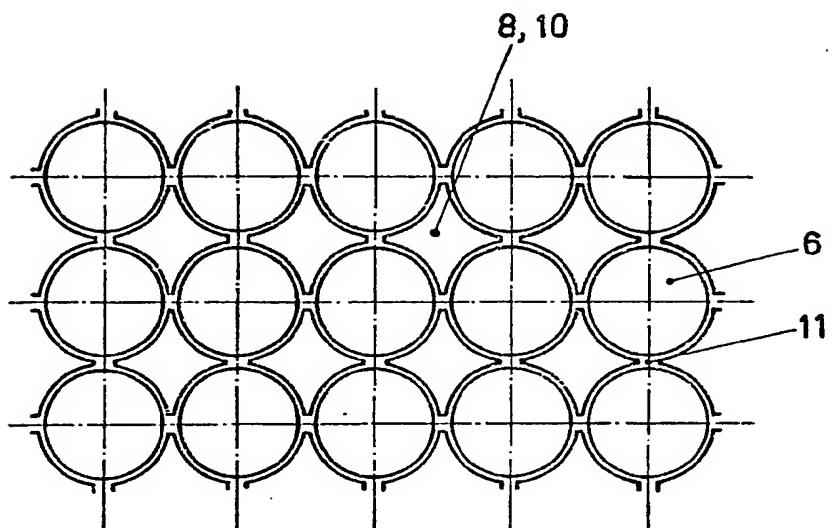


BILD 5

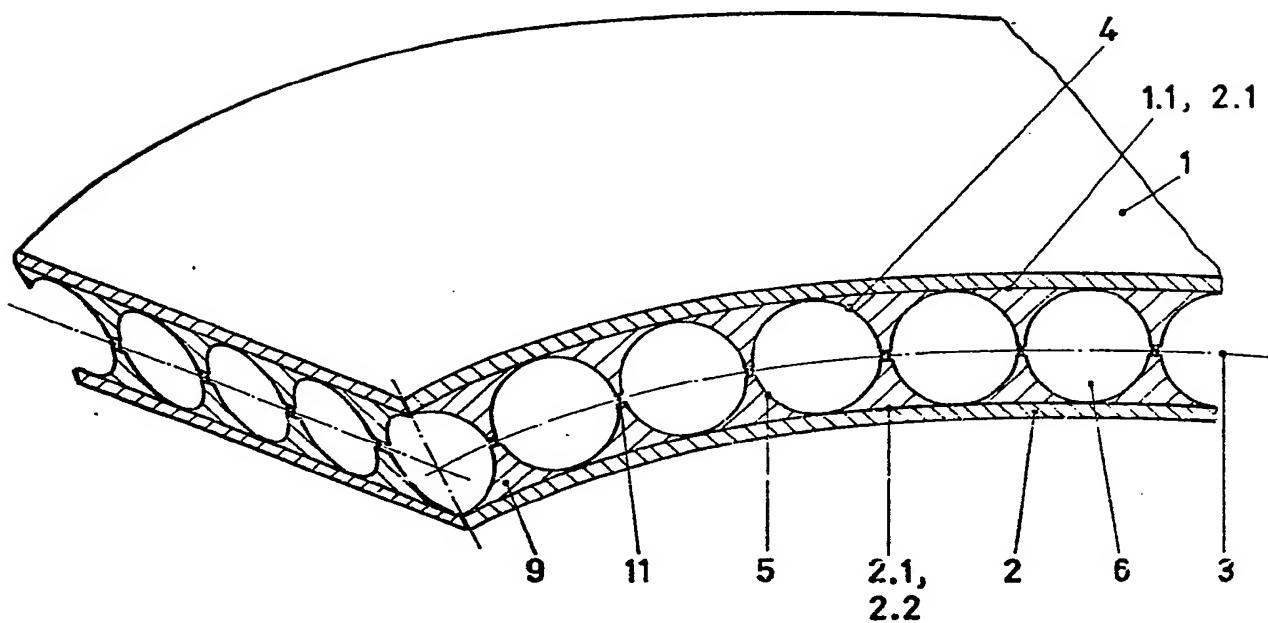


BILD 6

609815/0514